

VALOKUIDUN KÄSITTELY HITSUKSESSA JA ASENNUKSESSA

Valokuidun asennus teoriassa ja käytännössä kahteen eri
kohteeseen

LAB-AMMATTIKORKEAKOULU
Insinööri AMK
Tietotekniikka
Kevät 2020
Jukka Salovaara

Tiivistelmä

Tekijä(t) Salovaara, Jukka	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Kevät 2020
	Sivumäärä 27	
Työn nimi Valokuidun käsittely hitsauksessa ja asennuksessa Valokuidun asennus teoriassa ja käytännössä kahteen eri kohteeseen		
Tutkinto Tietotekniikan insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä käsitellään valokuidun hitsausta teoriassa ja käytännössä. Työ suoritettiin kahdessa eri kohteessa, joista käytetään nimitystä Kohde 1 ja Kohde 2. Työn ensimmäisenä tavoitteena oli edistää entuudestaan tuttuja työtapoja tehdä valokuidun asennuksia. Toinen tavoite oli selvittää, miten hyvin lopputulos on toteutunut annettujen standardien puitteissa. Suurimpana tavoitteena työllä oli saada itse määritellyä standardia vastaavat mittaustulokset, jotka oli asetettu hieman korkeammalle kuin yleinen standardi.</p> <p>Opinnäytetyö suoritettiin JAP Digital Oy:n palveluksessa, jossa työnteko keskittyy suurelta osin tele- ja atk-kaapeleiden asennuksiin. Työssä tutustuttiin valokuituhitsauksen eri työn vaiheisiin, kuten valokuidun kuorimiseen, putsamiseen, hitsaamiseen ja asentamiseen. Työssä ei liiemmin käsitellä palveluntarjoajia eikä tarkastella yleistä hintatasoa tai muitakaan kustannuksiin liittyviä asioita. Työn käytännön osuudessa oli tehtävänä pelkästään teletyöt eli asentaa kuidut asuntoihin ja kohteiden kellareiden räkkiin. Työssä selvitettiin myös lyhyesti, onko kannattavaa hankkia valokuitua, kun 5G tekee tuloaan.</p> <p>Johtopäätöksessä todetaan, miten hyvin opinnäytetyön käytännön osuus on toteutunut tapauksissa Kohde 1 ja Kohde 2. Lisäksi tunnustetaan harjoituksen ja toiston merkittävyys käytännön töissä.</p>		
Asiasanat valokuitu, asennus, valokuituhitsaus, JAP Digital Oy, Kohde 1, Kohde 2		

Abstract

Author(s) Salovaara, Jukka	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2020
	Number of pages 27	
Title of publication Installation and welding of optical fiber Optical fiber welding in theory and practice in two separate locations		
Name of Degree Bachelor of Information Technology		
<p>Abstract</p> <p>In this thesis it will be look into how optical fiber welding in theory and practice will be handled. The work was done in two separate locations which will be referred as Kohde 1 (Location 1) and Kohde 2 (Location 2). The purpose of this thesis was to enhance already known work methods and how well the end result matches to the given standards. The main goal was to achieve the personal standards which were set a little higher.</p> <p>The thesis was executed working at a company called JAP Digital Oy where the work is concentrated on telecommunications cabling. Thesis consists of optical fiber welding in different stages of the work, such as peeling the optical fiber, cleaning the fiber, welding and installing it. Thesis does not contain much information about service providers or general costs of the work related to optical fiber installations. The practice portion of the thesis consists of teleworks only, which means installation of the fibers to the apartments and the cellar. Thesis also consists of thoughts on optical fiber necessity when 5 G is taking place on the market.</p> <p>In the conclusion part of the thesis, it is examined how well the practice part of the thesis was achieved. Also, the significance of practice and repeat are acknowledged.</p>		
Keywords Optical fiber, welding, installation, location 1, location 2, JAP Digital Oy		

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO.....	1
2.	VALOKUITUHITSAUS YLEISESTI	3
2.1	Historiaa ja syitä valokuidun käytölle	3
2.2	Kuitukaapeleista ja asennuksesta yleisesti	4
2.3	Valokuitu vai 5G	5
3.	VALOKUITUHITSAUS KÄYTÄNNÖSSÄ	7
3.1	Työmaa yleisesti	7
3.2	Kohteissa käytettävät tärkeimmät työkalut ja materiaalit	8
3.2.1	Fujikura FSM-60S Arc Fusion Splicer -hitsauskone	8
3.2.2	Erilaiset pihdit, täsmäleikkuri ja muut yleiset työkalut.....	9
3.2.3	Yleiset käytössä olevat materiaalit	11
3.3	Mittauksista yleisesti	12
4.	KOhteisiin ASENNUS.....	15
4.1	Kohde 1 (Helsinki).....	15
4.1.1	Rivitalot.....	15
4.1.2	Kerrostalot	17
4.1.3	Kellari	18
4.1.4	Kohde 1 mittaustulokset	20
4.2	Kohde 2 (Järvenpää)	21
4.2.1	Asunnot ja kellari	21
4.2.2	Kohde 2 mittaustulokset	23
5.	JOHTOPÄÄTÖKSET	24
6.	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET	26
	LIITE 1	27

1. JOHDANTO

Opinnäytetyö suoritettiin JAP Digital Oy:n palveluksessa, jossa työnteko keskittyy suurelta osin tele- ja atk-kaapeleiden asennuksiin. Työssä käydään erilaisilla työmailla asennustoissa ympäri Etelä-Suomea. Työmaat ovat useimmiten uudiskohteita tai saneerauskohteita. Uudiskohde tarkoittaa rakennusta, jota ollaan paraikaa rakentamassa alusta asti tai joka on vastikään saatu valmiiksi. Saneerauskohde on vanhempi talo, johon tehdään esimerkiksi linjasaneeraus. Useimmiten, kun taloihin tehdään linjasaneeraus, asennetaan samalla valokuitu. Opinnäytetyössä keskitytään pelkästään valokuituihin.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, kuinka hyvin valokuitujen asennus on tapahtunut kahteen eri kohteeseen. Kohteista käytetään nimityksiä Kohde 1 ja Kohde 2. Kohde 1 on uudiskohde Helsingissä ja pitää sisällään sekä rivitaloasuntoja että kerrostaloasuntoja. Kohde 2 on saneerauskohde Järvenpäässä, joka on viisikerroksinen kerrostalo. Koronakriisin vuoksi Kohde 2, jonka oli määrä valmistua huhtikuuhun 2020 mennessä, jouduttiin valmistumisen osalta siirtämään syksylle 2020. Tästä johtuen kohteesta ei ole mittaustuloksia.

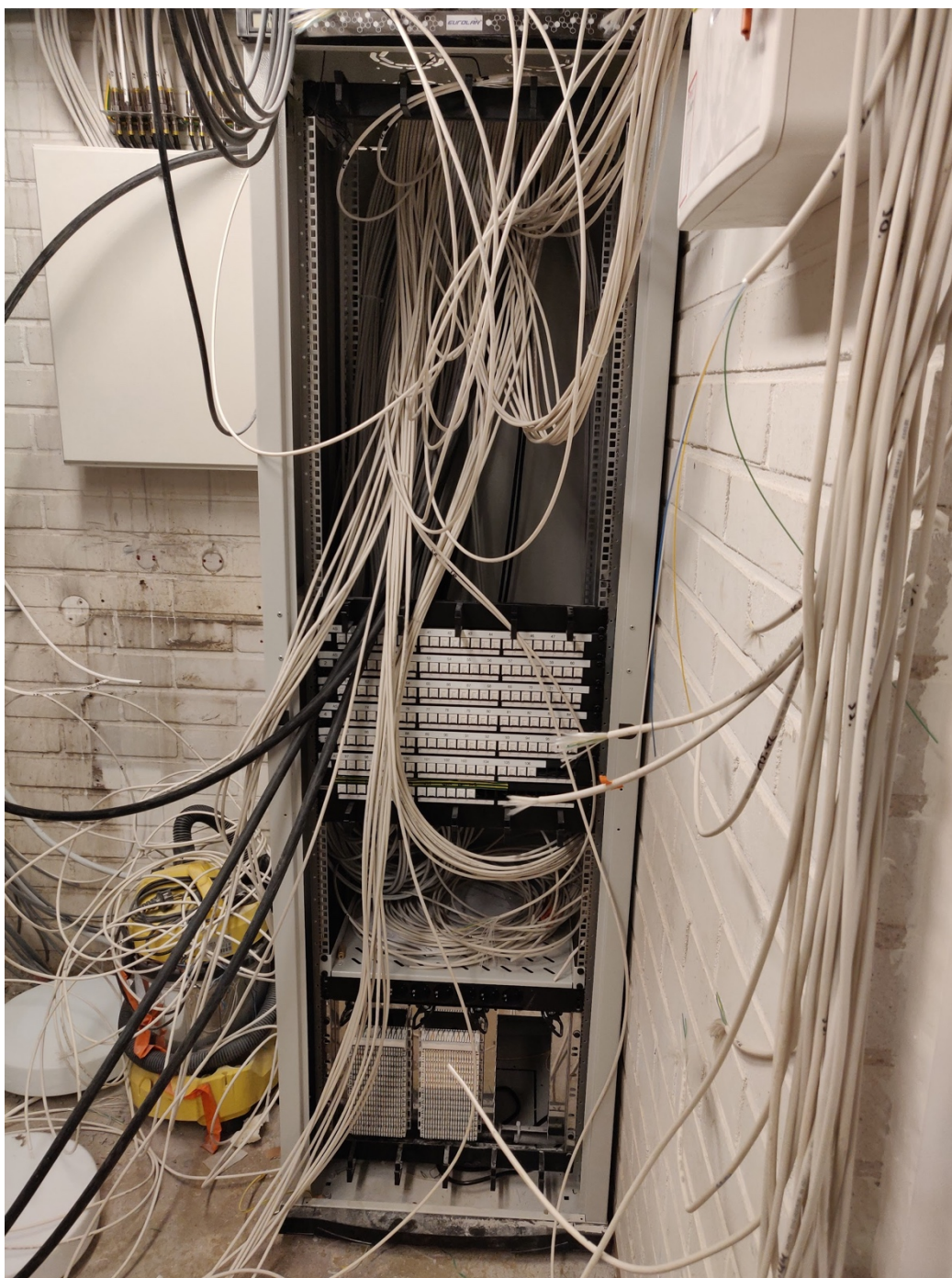
Opinnäytetyössä käsitellään valokuitujen asennukseen liittyviä tehtäviä, kuten kaapelointi, hitsaus ja mittaukset. Kaapeloinnissa käydään läpi, miten erilaisia kaapeleita kahteen eri kohteeseen on asennettu ja miksi juuri kyseisiä on käytetty. Hitsauksessa valotetaan valokuitujen hitsaukseen liittyvät työvaiheet sekä valokuituhitsaus-laitteen toimivuus. Mittauksessa käsitellään mittausten tulokset ja se, ovatko tulokset annetussa marginaalissa.

Lisäksi työssä tehtiin lyhyt selvitys valokuidun historiasta ja selvitettiin lyhyesti, onko nykyaikana tarpeellista asentaa valokuituja 5G:n tullessa yleisemmäksi. Tässä työssä ei käsitellä palveluntarjoajia eikä tarkastella yleistä hintatasoa tai muitakaan kustannuksiin liittyviä asioita.

Kohteissa on käytössä yksimuotokuidut, joten monimuotokuituja ei käsitellä työssä. Myöskään hankkeiden valmisteluun tai rahoitukseen ei paneuduta eikä kaapeleiden vetämisvaiheeseen tai tontilla tehtäviin mahdollisiin maakaapelivetoihin. Kohteissa tehtävänä oli pelkästään teletyöt, eli asentaa kuidut asuntoihin ja kohteiden kellareiden räkkiin.

Teletöillä tarkoitetaan kaapelien kytkemistä toisiinsa sekä niiden päättelemistä laitetilaan ja tilaajille (Laaksonen, P. 2014, 24).

Osaan käsiteltävistä asioista on käytetty ohjaajan suullisia selostuksia lähdeviittauksina, koska valokuitujen asentaminen on paljon tekemällä opittavaa työtä, jossa työn ohjaaja selostaa tehtävät ja kertoo työn edetessä tarvittavia tietoja, eikä teoriaa täten sovelleta.



Kuva 1. Keskeneräinen keskus Kohde 2 kellarissa.

2. VALOKUITUHITSAUS YLEISESTI

2.1 Historiaa ja syitä valokuidun käytölle

Optista tiedonsiirtoa on käytetty kaupalliseen soveltamiseen 1970-luvulta saakka. Vuonna 1970 kuidun vaimennus oli alle 20 dB/s, kun kolme vuotta myöhemmin vaimennus oli vain 4 dB/s. USA:n puolustusvoimat ottivat ensimmäisen valokaapelin käyttöön vuonna 1973, kun taas USA:ssa ensimmäinen puhelinverkon valokaapeli otettiin vuonna 1976 käyttöön. Suomessa otettiin käyttöön valokaapeli vuonna 1979 (Jääskinen, Lehtomaa & Salminen 1999).

Operaattorien runkoverkot ovat olleet valokuitua 1980-luvulta saakka. Valokuitua käytetään kuparin sijasta sen takia, että siitä ei tule ylikuulumista (crosstalk), maadoitusongelmia tai radiohäiriöitä. Vaimentuminen on myös vähäistä. Se on teknisesti helppoa datasiirtoa kuparikaapeliin verrattuna. Yhteys on symmetrinen, eli nopeus on sama molempiin suuntiin sekä toimii varmemmin kuin esimerkiksi 4G (Järvinen, P. 2016, 8).

Viimeisen 30 vuoden aikana valokuidun käyttö on lisääntynyt huomattavasti. Valokuidusta ja sen käytännön sovelluksista on tullut arkipäivää tiedonsiirrossa. Valokuitu on suorituskykyinen vaihtoehto, joka on huomattavasti nopeampi kuin vanhentunut ADSL-liittymä, joka kytketään kuparia pitkin. Sen kustannukset ovat kuitenkin suuremmat kuin esimerkiksi ADSL-liittymässä.

Haja-asutusalueella vaihtoehdot ovat usein vähissä. Tarjolla on todennäköisesti vain yhden operaattorin adsl-yhteydet tai mobiilidata. Kilpailun ja tarjonnan puuttuessa ainoa valinta tuntuu olevan hidas, mutta vakaa adsl tai näennäisesti nopeampi, mutta todellisuudessa epävarma ja jaettu mobiiliyhteys (Hämäläinen. 2016).

Valokuitua käytetään erityisesti sen takia, että sillä saadaan toteutettua vakaa yhteys, joka on henkilökohtainen eikä sitä tarvitse jakaa muiden kanssa (vrt. 4G tai 5G).

2.2 Kuitukaapeleista ja asennuksesta yleisesti

Valokuitu-asennuksissa verkosto- ja teleurakoitsijalla tarvitsee olla OL-hyväksyntä.

OL-hyväksyntä osoittaa liityntäverkon kuitutöiden osaamisen kattaen mm. seuraavat osa-alueet:

- *optisen liityntäverkon mitoituksen ja kaapeloinnin asennussuunnittelun*
- *talojakamon ja jakamoiden asennukset*
- *kaapelien käsittelyn ja asennuksen*
- *kuitujen asennuksen jatkoksissa ja päätteissä*
- *testaukset ja mittaukset (Hovatta. 2019, 19.)*

Kuitukaapelit asennetaan kellarissa räkkiin ja niille soveltuviin koteloihin. Asunnoissa kuitukaapelit asennetaan sähkökaapin sisään. Asennuksessa pyritään siihen, että yli 90 asteen kulmia kaapeliin ei tulisi, jotta vältetään ylimääräiseltä signaalin vaimenemiselta.

Asuntoihin vedettävät kaapelit ovat valmiina asunnon sähkökaapissa, mikäli asentaja on ne asentanut. Kaapeleiden vetovaiheessa asentajana toimii yleensä sähkömies tai sähköurakoitsija. Kaapelien hännät hitsataan kiinni laitteen avulla asuntojen päädyissä oleviin kaapeleihin. Käytettävät kaapelit käsiteltävissä kohteissa ovat yksimuotokuituja.

Yksimuotokuidun ydin on noin 0,005 - 0,01 mm paksu, ytimessä valo kulkee heijastumatta suoraan päästä päähän. Kuitujen valmistuksessa käytettävän lasin on oltava erittäin puhdasta, koska tyypilliset valokuituyhteydet ovat pituudeltaan useita kilometrejä. Suomessa yksimuodossa käytetään aallonpituuksia 1310, 1550 ja 1625 nm (Valokuitu tietoliikenteessä: yksi- ja monimuotokuidut. 2014).

2.3 Valokuitu vai 5G

Viime vuodet on kaavailtu 5G:n yleistymistä kuluttajille. Keväällä 2020 on alkanut esiintyä mainoksia televisiossa joidenkin operaattorien toimesta (esim. Elisa), jossa mainostetaan huippunopeaa 5G-yhteyttä kuluttajalle. Yle uutisten 16.9.2019 nettisivuillaan julkaistussa artikkelissa on kysytty DNA:lta, Elisalta ja Telialta, miksi kuluttajalle myydään kallista valokuitua, kun kohta kaikilla on 5G.

Tulevaisuuden nettiyhteydet tarvitsevat valokuitua, mutta Suomen suurimpien operaattoreidenkin välillä on linjaero siitä, tarvitsevatko myös kuluttajat (Ziemann. 2019).

Kysymys kuluttajan tarpeesta valokuidulle on relevantti, koska nykyaikana suuri osa kuluttajista hyödyntää mobiiliverkkoja internetin käyttöön. Valokuidun käyttöönottoa kuluttajalle pidetään yleisesti ottaen kalliina vaihtoehtona, joskin katvealueilla olevat kuluttajat hyötyisivät enemmän valokuidusta kuin 5G:n piirissä olevat. Valokuidun katsotaan yleisesti olevan vakaampi yhteys kuin 5G:n ja täten nopeampi vaihtoehto. Lisäksi on muistettava, että 5G-tukiasema ei toimi ilman valokuituyhteyttä.

Telian Avoin Kuitu -valokuituverkon liiketoimintajohtaja Sanna Mutka kertoo seuraavaa:

Jokainen 5G-tukiasema tarvitsee yhteyden valokuituverkkoon. Kuituverkko on se tukiranka, jossa kulkee kaikki tietoliikenne mobiilipuheluista WhatsApp-viesteihin ja Youtube-videoista Fortnite-matseihin (Ziemann. 2019).

Kuituyhteys on kuluttajan oma, eikä sitä jaeta muiden kanssa. Kaistaa ei tarvitse jakaa esimerkiksi naapurin kanssa. 4- ja 5G:hen verrattuna valokuituyhteys ei kuormita muiden käyttäjien kaistaa eikä ole riippuvainen tukiasemista (Järvinen. 2016, 14).

Kuluttajien keskuudessa eri puolilla maailmaa on myös paljon pohdintaa, onko 5G haitaksi terveydelle, koska sen vaikutusta ympäristöön ei vielä tunneta. 5G:n säteily on aallonpituudeltaan lyhyempää, mistä johtuen säteily läpäisee huonosti rakennusten seiniä. Tarvitaan tukiasemia rakennusten sisälle, mikä lisää säteilyä rakennusten sisällä. Säteilyn taajuus on 5G:ssä suurempi ja aallonpituus pienempi kuin 4G-verkossa. (Jaakkola. 2019).

Verkkouutiset -sivuston artikkelissa "5G-verkko laajenee Suomessa, muualla huolia säteilystä" on haastateltu säteilyturvakeskuksen erikoistutkija Sami Kännälää. Hän toteaa, ettei kerätyn näytön perusteella 5G -puhelimien tai tukiasemien säteilyn teho riitä läpäisemään kudoksia ja täten ne eivät ole haitallisia esimerkiksi ihmiselle (Jaakkola. 2019).

Aika näyttää kuinka hyvin 5G yleistyy ja onko kuluttajalle tarvetta valokuituyhteydestä. Kuitenkaan ilman valokuituyhteyksiä ei 5G:tä voida hyödyntää.

3. VALOKUITUHITSAUS KÄYTÄNNÖSSÄ

3.1 Työmaa yleisesti

Ensimmäisenä tehtävänä, ennen käytännön töiden aloittamista, on käydä tarkastamassa, minkälainen työmaa on kyseessä. Lisäksi on syytä käydä työmaan perehdytys läpi työmaan johtajan tai - vastaavan kanssa, josta voidaan käyttää nimitystä perehdyttäjä. Perehdytyksessä perehdyttäjä selventää työmaalla pätevät säännöt, työmaan paikallistamisen yleisesti, käydään läpi kaikki työmaan turvallisuuteen liittyvät asiat sekä mistä esimerkiksi taukotilat ja wc:t löytyvät. Perehdytyksen lopuksi allekirjoitetaan sopimus, jonka mukaan työmaalla liikkuvat henkilöt noudattavat työmaalle säädettyjä sääntöjä ja turvallisuusmääräyksiä.

Yhteisellä rakennustyömaalla perehdyttämisen tarkoituksena on antaa työmaalle tulevalle työntekijälle tietoa yleisistä pelisäännöistä ja erityisolosuhteista. Vaikka useilla työmailla on hyvin samanlaisia toimintatapoja, ei mikään työmaa ole aivan identtinen toisen työmaan kanssa. Jokaisella työmaalla on omat erityispiirteensä ja vaaratekijänsä. Perehdyttämisessä on selvitettävä myös aliurakoitsijan töiden vaikutukset työmaan toimintaan ja turvallisuuteen.

Vastuu työpaikalla työskentelevien ulkopuolisten työntekijöiden perehdyttämisestä on sekä lähettävällä että vastaanottavalla työnantajalla. Työnantajien edustajien tulee sopia keskenään perehdyttämisen käytännön toteutuksesta. Jos työpaikalla työskentelee itsenäisiä yrityksiä tai työnsuorittajia tulee heidän huolehtia vaara- ja haattatekijöiden ilmoittamisesta muille samalla työmaalla työskenteleville esimiehille ja työsuojeluhenkilöstölle. (Mäki, Sahlstedt, Mäkeläinen. 2016.)

Mikäli turvallisuusmääräyksiä laiminlyödään, voi pahimmassa tapauksessa työnantajalle tai urakoitsijalle tulla tuntuvat sakot.

3.2 Kohteissa käytettävät tärkeimmät työkalut ja materiaalit

Seuraavassa kappaleessa käydään läpi tärkeimpiä työkaluja, joita työn käytännön osuudessa käytettiin.

3.2.1 Fujikura FSM-60S Arc Fusion Splicer -hitsauskone

FSM-60S liittää kuidun 9 sekunnissa ja lämmittää 60mm suojakauluksen 30 sekunnissa, yhteensä 39 sekunnin aikana (Fujikura FSM-60S Fusion Splicer. 2006).



Kuva 2. Fujikura -hitsauskone.

Kuva 3. Suojakauluksen laitto hitsaukselle.

Fujikura-hitsauskone on laite (Kuva 2), jolla liitetään kuidun häntä ja kuidun pää yhteen hitsaamalla sekä lämmitetään suojakaulus hitsauksen päälle. Hitsauskoneessa on etupuolella näyttö ja laite sisältää kaksi kameraa, joiden kuva tulee näytölle, kun laite aloittaa hitsauksen. Laite antaa hitsauksen yhteydessä arvion hitsauksen laadusta desibeleinä (dB). Laite liittää kuidut yhteen yhdeksässä sekunnissa, kuidut asetetaan kahdelle telakalle, jotka lukitaan kiinni ennen hitsaamista. Hitsauksen jälkeen kuituliitoksen päälle laitetaan 4 tai 6 senttimetrin mittainen suojakaulus, joka laitetaan laitteen yläosassa olevaan polttimeen, joka lämmittää suojakauluksen 30 sekunnissa.

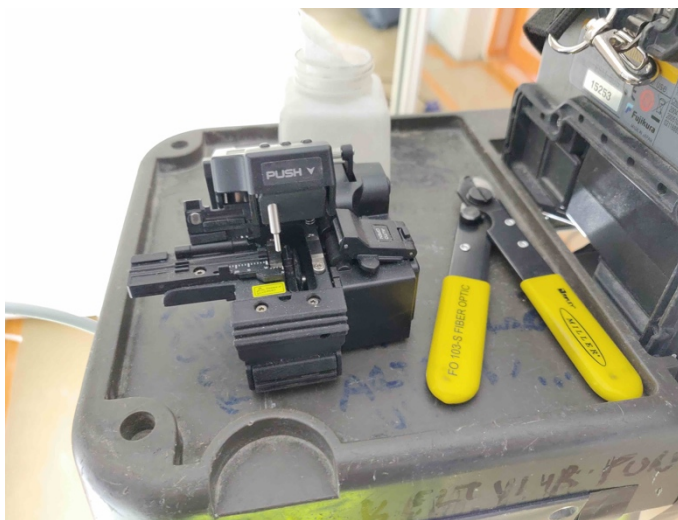
Kappaleen alusta löytyvästä Fujikuran-sivuilta poimitussa sitaatissa on käytetty 60 millimetrin (6 cm) kaulusta, mutta laitteen asetuksista voi säätää laite käyttämään lyhyempää 40 millimetrin (4 cm) kaulusta. Kuvassa 3 on käytetty lyhyempää kaulusta. Lyhyemmän ja pidemmän kauluksen valinnalla ei ole suurta merkitystä lopputuloksen kannalta.

3.2.2 Erilaiset pihdit, täsmäleikkuri ja muut yleiset työkalut

Normaaleja katkaisupihtejä käytetään katkaisemaan kuitu kokonaisuudessaan oikean mittaiseksi. Lisäksi ne ovat kätevät katkaisemaan kuidun väliwaipasta löytyvän kevlar-vahvikkeen, joka auttaa pitämään kaapelin sisältä löytyvät kuidut ehjänä. Kaapelin päällä oleva vaippa kuoritaan pois pyöräyttämällä vaipankuorinta-työkalua (Kuva 6) kaapelin ympäri, jolloin vaipan saa käsin irrotettua pois.

Miller FO 103-S -kuorintapihtejä (Kuva 5) käytetään kuorimaan kuidun pää esiin. Kuidun päältä poistetaan ensiksi suojamuovi. Useimmissa tapauksissa muovin saa helposti pois pelkästään tekemällä pieni painallus muoviin haluttuun kohtaan, jolloin muovin saa liu'utettua pois käsin. Joissain kaapeleissa, kuten Kohde 1:n normaaleissa kuiduissa, muovi tarvitsee kuoria pois liu'uttamalla pihtejä kuidusta poispäin, eli hieman enemmän voimaa käyttäen kuorimalla. Lisäksi kuorintapihdeillä kuoritaan vielä muovin alta paljastuneen kuidun päältä lakka pois samalla tapaa liu'uttaen. Etenkin tässä kohtaa on vaarana, että kuitu katkeaa.

Järeämmät katkaisuleikkurit ovat maakaapelin katkaisua ja kaapelin sivusta löytyviä metallivahvikkeita (Kuva 12) varten. Lisäksi käytetään pvc-teippiä, jolla tehdään vedonpoisto (Kuva 4) kuidun pään ja -hännän välissä olevalle suojalle, jotta kuitu pysyisi yleisesti paremmin nipussa ja sitä olisi helpompi käsitellä asentaessa sitä kaappiin.



Kuva 4. Vedonpoisto.

Kuva 5. Dragon Cleaver-leikkuri ja Miller-kuorintapihdit.

Inno Instruments Dragon Cleaver -leikkurilla (Kuva 5) tehdään viimeinen leikkaus kuitujen päihin ja sillä pyritään saamaan leikkaukset mahdollisimman suoriksi ja tarkoiksi. Jos leikkaukset eivät ole suorassa tai ovat epätarkkoja niin hitsauskone ei suostu hitsaamaan päitä yhteen.

Toisinaan Fujikura-hitsauskone ei suostu hitsaamaan päitä yhteen, koska kuitujen leikkaus on huono tai pölyinen. Kone ilmoittaa näistä edellä mainituista tapauksista ilmoittamalla "Too Dusty Fiber" (Kuva 8) tai "Large Cleave Angle" (Kuva 9), joka saattaa oikeasti tarkoittaa huonoa kuidun leikkausta, kun Fujikuran näytön kuvaa tarkastelee lähemmin. Näissä tapauksissa kuidun kuoriminen, puhdistus ja leikkaus (Kuva 7) on tehtävä uudestaan ennen koneeseen asennusta.



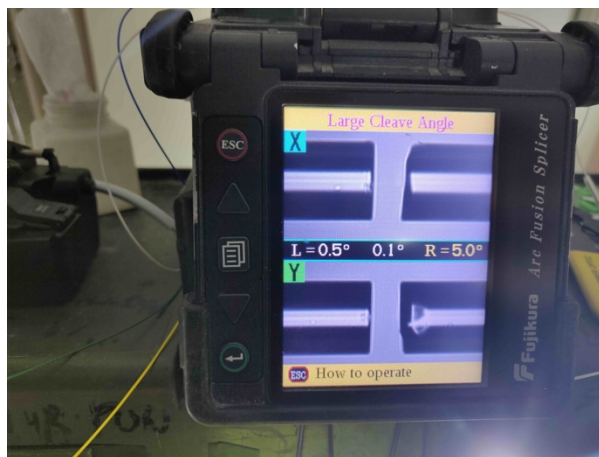
Kuva 6. Kuorintatyökalut.



Kuva 7. Kuidun leikkaus.



Kuva 8. Huono leikkaus.



Kuva 9. Kuidun pää pölyinen.

3.2.3 Yleiset käytössä olevat materiaalit

Kuitujen hännät (Kuva 10) hitsataan kuitukaapeliin. Kohteissa käytettiin sekä 40 että 60 millimetrin kauluksia kuituliitoksissa, koska kuitujen hännät ovat erilaisia. Kuitujen häntien erilaisuudelle ei ole varsinaista syytä, sillä joskus tavarantoimittajalla on useita erilaisia vaihtoehtoja kuiduista. Vain hinta saattaa vaihdella. Useimmiten hintaerot ovat kuitenkin niin merkittävän pieniä, että kuidun hänniksi valitaan ne, jotka toimivat parhaiten tai ovat vähiten lisätyötä vaativia. Joistain kuitujen hännistä esimerkiksi puuttuvat kaulukset kokonaan ja kuidun hännät ovat muutenkin pidempiä kuin mitä niiden tarvitsee olla. Tästä aiheutuu lisää töitä eli lisäkustannuksia, koska ne pitää itse katkaista oikeaan mittaan ja laittaa kaulukset paikoilleen. Joissain tarjolla olevissa paketeissa hännät ovat oikean mittaisia ja sisältävät esimerkiksi 60 millimetrin kauluksen.



Kuva 10. Kuitujen hännät, jotka hitsaamalla liitetään sähkökaapin sisältä löytyvään kuituun.

Kaapeleina näissä kohteissa käytetään yhdistelmä-kuitua ja maakaapelia. Yhdistelmä-kuidussa sama kaapeli pitää sisällään sekä kuidun että kuparin (atk-linja). Kaapeli erotetaan toisistaan molemmissa päissä ja sitä käytetään pääasiassa sen takia, että sen vetäminen asunnosta toiseen on helpompaa kuin kahden erillisen kaapelin. Yhdistelmä-

kuitua käytetään vain rakennuksen sisällä tehtävissä vedoissa, koska se ei kestä erilaisia sääolosuhteita, kuten routaa tai vettä. Maakaapeli sen sijaan kestää sääolosuhteita ja on muutenkin suunniteltu ulkona maahan tehtäviin vetoihin.

Maakaapeli on huomattavasti järeämpää kumia rakenteeltaan päällisin puolin kuin esimerkiksi perinteiset sisäkäytössä olevat yhdistelmä-kuidut. Se kuitenkin pitää sisällään samat kuidut kuin, mitä on sisäkäyttöön soveltuviissa kuiduissa. Kuorittaessa maakaapelia sen välikerroksesta paljastuu rasvakerros, joka suojaa sisällä olevia kuituja kosteudelta ja korroosiolta. Maakaapeli on nimensä mukaisesti suunniteltu asennettavaksi maahan. Maakaapelin asentamisessa maahan noudatetaan tiettyjä standardeja.

Asennussyvyys 70 cm. Toleranssista kannattaa sopia urakkaneuvotteluissa.

Käytössä on 0-toleranssi ja toisaalla taas saa hetkellisesti vaihdella kymmeniäkin senttejä. 0-toleranssissa haasteena kivinen maasto, jossa joudutaan helposti suuriin massan vaihtoihin.

Matala-asennuksella voidaan asentaa matalammalle. Alle 40 cm asennuksissa käytettävä suojakourua tai putkea. (Laaksonen. 2014, 21.)

3.3 Mittauksista yleisesti

Mittaukset tehdään, jotta nähdään, ovatko hitsaukset onnistuneet. Mittaus suoritetaan siten, että lähetin laitetaan toiseen päähän ja vastaanotin toiseen. Yleensä JAP Digital Oy:llä suoritetaan mittaustulosten raportointi kellarista käsin, jolloin lähetin laitetaan asunnon päähän lähettämään siniaaltoja 1310 nm:n tai 1550 nm:n aallonpituudella. Mikäli mittauksissa ilmenee, että signaali on huono tai sitä ei näy, on hitsauksiin tehtävä korjaukset, joka tarkoittaa yleensä vain yksittäisen valokuidun hitsausta uusiksi.

G.652.D -yksimuotokuidun kromaattisen dispersion nollakohta on aallonpituuden 1310 nm lähistössä. Aallonpituudeltaan lähellä arvoa 1310 nm olevat signaalit ovat siis vähiten alttiita kromaattiselle dispersiolle. Tämä mahdollistaa spektriltään leveämpien ja hinnaltaan edullisimpien laserdiodien käytön lähettiminä kyseisellä aallonpituudella (Hovatta. 2019, 38).

Dispersio tarkoittaa sitä, että aallon etenemisnopeus riippuu sen taajuudesta.

Kromaattista dispersiota syntyy, kun valosignaalin hiukan toisistaan poikkeavat aallonpituudet etenevät eri nopeuksilla kuidussa (Käsitteet. 1998).

Kohde 1 mittauksissa käytettiin 1310 nm:n aallonpituutta. Vaikka edellä mainitussa sitaatissa todetaankin, että 1310 nm:n aallonpituutta lähellä olevat signaalit ovat vähiten alttiita kromaattiselle dispersiolle ja että se mahdollistaa esimerkiksi halvempien laserdiodien käytön lähettiminä, jäi opinnäytetyön laatijalle kuitenkin epäselväksi, miksi juuri 1310 nm:n aallonpituutta käytettiin. Yleensä kohteiden mittauksissa on käytetty 1550 nm:n aallonpituutta, jonka kuidun vaimennus on vähemmän tai saman verran kuin 0,25 dB:ä kohden kilometri, kuten kuvassa 11 Helkama kuidun ominaisuuksista nähdään.

Kuidun päällyste:		L = 250 $\mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ T = 900 $\mu\text{m} \pm 50 \mu\text{m}$
Yksimuotokuitu	10/125 μm	SM / OS1 (ITU-T G.652)
Muotokentän halkaisija	1310 nm	9,3 +/- 0,5 μm
Muotokentän epäkeskisyys		$\leq 1,0 \mu\text{m}$
-Asennuskaapelit		$\leq 0,5 \mu\text{m}$
Kuoren halkaisija		125 +/- 2 μm
-Asennuskaapelit		125 +/- 1 μm
Kuoren elliptisyys		$\leq 2 \%$
Kuidun vaimennus	1310 nm	$\leq 0,40 \text{ dB/km}$
	1550 nm	$\leq 0,25 \text{ dB/km}$
Nolladispersioalue		1300...1324 nm
Dispersiokerroin		$\leq 0,093 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$
-Dispersio	1550 nm	$\leq 18 \text{ ps/nm/km}$
Raja-aallonpituus		$\leq 1260 \text{ nm}$
-Asennuskaapelit		1180...1250 nm
Polarisaatiomuotodispersio		$\leq 0,5 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$
Kuitujen proof-testaus		1 % 1 s:n ajan
Kuitujen tunnistus		SFS 5648 mukainen 6-värijärjestelmä

Kuva 11. Helkama. 2003. Yksimuotokuidun ominaisuuksia.

Mittaukset tehdään yleensä työparin kanssa. Työpari kiertää asunnot ja kytkee lähettimen yksitellen jokaiseen kuituun, kun toinen on kellarissa ja kytkee räkin päähän vastaanottimen asunnon kuitua vastaavaan liittimeen sekä kirjaa tuloksen ylös. Myöhemmin tulokset kirjataan koneelle ja niistä tehdään raportti tilaajalle.

Vastaanotin näyttää tarkan lukeman mittaustuloksesta desibeleinä (dB), jolloin nähdään kuinka paljon signaalin vaimeneminen on kellarin ja asunnon välillä.

Standardin raja on 1 dB, mutta pyritään, ettei yli 0,5 dB:n mentäisi mittauksissa. Jos on liikaa vaimennusta niin tehdään hitsaus uusiksi (Palkio, J. 2019).

Standardin mukaan vaimennus kellarin päätekaapin räkin kuitujen ja asunnon kuitujen välillä ei saa ylittää 1,0 desibelin (dB) rajaa. Mikäli raja ylittyy tai signaali ei kulje läpi, on selvítettävä mistä vika johtuu ja yleensä hitsaus on tehtävä uusiksi. Yleisesti ottaen JAP Digital Oy:llä sovelletaan periaatetta, että vaimennus ei saisi ylittää 0,5 dB:n rajaa. Tämä johtuu ammatillisesta ylpeydestä ja halusta tehdä parasta.

Vaimennuksen suuruuteen vaikuttavat monet tekijät huonosta hitsauksesta heikosti kytkettyyn liittimeen. Suurimpana vaimennusta aiheuttavana tekijänä, työmailla työskennellessä, on kuitenkin havaittu olevan kaapeliin kohdistuva ulkoinen rasitus. Ulkoisella rasituksella tarkoitetaan yleisesti kaapelin ulkopintaan kohdistuvaa rasitusta, joka voi olla liian suuri kaapelin tulokulma sähkökaappiin tultaessa (yli 90 astetta) tai esimerkiksi, että kuitukaapeli on nirhautunut jotain terävää kulmaa vasten ja täten saattanut rikkoutua. Toisinaan on havaittu, että jos kuitukaapeli on nippusiteellä kiinni jossain rakenteessa niin liian jäykkä kiristys nippusiteeseen on vahingoittanut herkkää kuitukaapelia.

4. KOHTEISIIN ASENNUS

4.1 Kohde 1 (Helsinki)

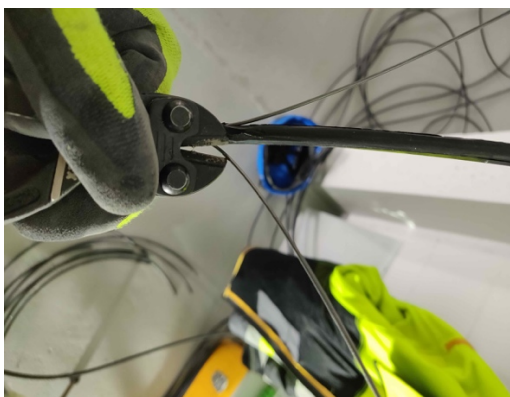
Kohde 1 on uudistalo, joka koostuu kahdesta isommasta rakennuksesta. Toinen on rivitalo, joka pitää sisällään 18 asuntoa. Toinen on kerrostalo, jossa asuntoja on 23. Kellariin sijoitettava pääteräkki sijaitsee kerrostalon alakerrassa. Räkissä on sekä rivitalon, että kerrostalon kuidut.

4.1.1 Rivitalot

Valokuidun hitsaustyö aloitettiin rivitaloista, koska rivitaloihin on asennettu maakaapelit. Rivitalot on tehty maakaapeleilla sen takia, koska vedot kulkevat pidemmän matkan eikä rakennusten sisä rakenteita pystytä hyödyntämään tarvittavan suojan takaamiseksi. Yleisesti ottaen työt ovat haastavampia käsiteltäessä maakaapeleita.

Maakaapelin kuorimiseen menee pidempi aika kuin normaalin kaapelin kuorimiseen ja sen ollessa jäykempää, tulee välillä ongelmia vastaan. Maakaapelia ei helposti pysty taivuttamaan, joten sen saaminen sähkökaappiin on vaikeaa. Maakaapeli pitää saada asennettua siten, että se lepää nätisti sisällä kuitenkin rikkomatta jo muita tehtyjä (sähkö)kaapelointeja. Joskus kaapeli on kiinnitettävä nippusiteellä kaapin runkoon kiinni, toisinaan sen saa lepäämään sähkökaapin runkoa vasten, kuten tässäkin tapauksessa.

Asennettavien maakaapelien sisällä kulkee neljä erillistä kuitua, samalla tapaa kuin kerrostaloihin asennetuissa yhdistelmä-kuitukaapeleissa. Maakaapelin kuorimisen jälkeen katkaistaan kaapelin reunoilta löytyvät vahvikeraudat (Kuva 12), kuoritaan esiin alempi kerros, kuivataan kaapeli rasvasta ja puhdistetaan se ylimääräisestä rasvasta vielä alkoholilla. Tämän jälkeen esillä on neljän kuidun nippu, josta ensiksi poistetaan värillinen kuorikerros, jonka jälkeen siitä kuoritaan uloin lakkakerros pois.



Kuva 12. Vahvikeraudan katkaisu.

Ennen kuitujen leikkaamista Inno-leikkurilla, ne puhdistetaan alkoholilla. Kun yksittäinen kuitu on putsattu ja leikattu, se laitetaan hitsauskoneen telakkaan. Kuitujen hännille tehdään sama operaatio, eli kuoritaan uloin kerros pois, putsataan alkoholilla, leikataan ja lopuksi laitetaan hitsauskoneen telakkaan.

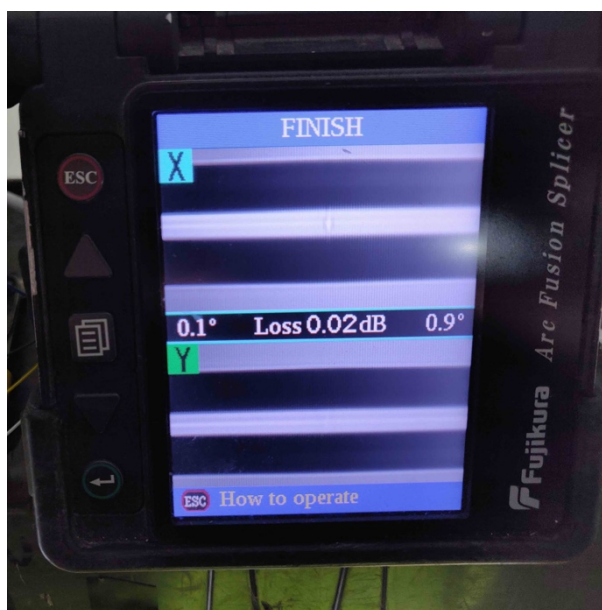
Molempien kuitujen ollessa telakassa, koneen kansi laitetaan kiinni ja kone hitsaa päät yhteen automaattisesti. Toisinaan hitsaus ei onnistu ja hitsaukseen saattaa tulla kupla (Kuva 14) tai vaimennus on liian suuri (Kuva 13). Kone tällöin ilmoittaa, että jotain on vialla. Syitä huonolle hitsaukselle on monia, yleisin niistä on koneen sisälle päässyt lika. Joskus myös liika alkoholin käyttö kuidun putsauksessa saattaa tehdä hitsauksesta huonon. Huomautettakoon, että kuituhitsauksia ei tule tehdä päihtyneenä, koska se on erikoista tarkkuutta vaativaa työtä. Lisäksi on muistettava, että putsauksessa käytetty alkoholi on denaturoitua eikä sitä tule nauttia, se on myrkyllistä.



Kuva 13. Liian suuri vaimennus hitsausliitoksessa



Kuva 14. Hitsauksessa kupla.



Kuva 15. Onnistunut hitsausliitos.

4.1.2 Kerrostalot

Rivitalojen kuitutöiden valmistuttua tehtiin kerrostalot, joihin oli asennettu yhdistelmäkaapelit. Yhdistelmä-kaapeleiden kuoriminen on helpompaa ja tehdään työkalun avulla (Kuva 6, sininen työkalu). Kaapeleissa ei ole rasvakerrosta, joten niitä ei erikseen putsata ennen kuitujen käsittelyä.

Jotta tiedetään mikä kuitu liitetään mihinkin paikkaan, sovelletaan erilaisia muistisääntöjä. Kuiduissa ei ole varsinaisesti yleistä standardia noudatettu värikoodien kanssa ja eri kuitukaapelien valmistajien välillä on erilaisia värikoodauksia. Yleisesti käytössä oleva sääntö on, että sinivärinen kuitu on ensimmäinen kuitu. Jos jokin kuiduista on valkoinen, on se seuraavana. Tässä tapauksessa kuitujen päällyssuojien värit ovat sininen, valkoinen, keltainen ja vihreä. Noudatetaan seuraavaa sääntöä; 1.sininen, 2.valkoinen, 3.keltainen ja 4.vihreä. Paljastuneet kuidun päät tulee putsata alkoholilla, jonka jälkeen ne leikataan Dragon Cleaver-työkalulla ja asetetaan hitsauslaitteeseen.

Hitsauskone ilmoittaa, jos hitsaus on huono. Se on ohjelmoitu siten, että yli 0,2 dB:n arvioitu vaimennus on virheellinen. On kuitenkin pyrittävä siihen, että hitsaukset pysyvät hyvinä ja mielellään yli 0,02 dB:n hitsaukset tehtäisiin uusiksi samantien (Palkio 2019).

Kuidut hitsataan järjestyksessä jatkospäihin. Jatkospäihin merkitään tussilla numero 1-4 välille, mitä kuitua mikäkin kytkentä vastaa. Onnistunut hitsaus on 0- 0,02 dB:n vaimennuksen välillä (Kuva 15). Joskus voidaan hyväksyä yksittäinen 0,05 dB:n hitsaus.

Hitsauksen onnistuttua hitsausten päälle asetetaan kaulus suojaamaan paljaita päitä ja kaulus kuumennetaan koneen avulla hitsauksen päälle. Kun kaulus on jäähtynyt ja kaikki jatkospäät ovat valmiina, laitetaan hitsaukset nippuun ja ne kiinnitetään kaapelin runkoon pvc-teipillä poistamaan vetoa. Jatkospäät kiinnitetään paneeliin erikseen asennettavien liittimien (Kuva 16) avulla.



Kuva 16. Liittimen asennus jatkospäähän.

4.1.3 Kellari

Asuntojen jälkeen tehdään kellarin pääteräkki (Kuva 17). Pääteräkin asennus hitsauksen suhteen ei juurikaan eroa asuntoon verrattuna. Valmiita hitsauksia ei laiteta vedonpoistajan tapaan nippuun vaan asennetaan räkin sisälle (Kuva 18) räkin mukana tulleeeseen kaapelikouruun. Kaapelikouruun asennetaan hitsauskaulus ja jatkospää kiinnitetään räkin etupuolen liittimeen. Kun kaikki on kytketty ja muutoinkin valmista kellaria myöten (Kuva 19), tehdään mittaukset.



Kuva 17. Keskeneräinen räkkikaappi. Kuva 18. Avoin kaapin hyllyyn asennettava räkki.



Kuva 19. Valmis räkkikaappi.

4.1.4 Kohde 1 mittaustulokset

Liitteessä 1 näkyy koko kohteen mittaustulokset kokonaisuudessaan. Mittaustuloksia tarkastellessa huomataan, että kaikki mittaukset ovat alle 1 dB:n, joten mittaukset ovat standardin mukaiset. Kuvan 20 esimerkkitapaus ei ole Kohde 1 mittaustuloksista otettu, vaan toisesta kohteesta (ei tässä työssä käsitelty), jossa aallonpituutena on käytetty 1550 nm:ä. Standardin mukaan 0,73 dB:n vaimennus (Kuva 21) menisi läpi, josta kerrotaan myöhemmässä kappaleessa.



Kuva 20. Mittauksen lähetin.



Kuva 21. Mittauksen vastaanotin.

Kohde 1 mittauksissa käytettiin 1310 nm:n aallonpituutta, jonka vaimennus on $\leq 0,40$ dB/km.

Liitteessä 1 näkyy, että asunnon 11 kohdalla neljännessä kuidussa vaimennus on 0,51 dB:ä, joka ylittää itse määritellyn rajan. Koska kyseessä on yksittäinen tapaus ja asunnon 11 muut kuidut ovat alle 0,5 dB:n rajan, ei hitsausta lähdetä korjaamaan, koska se saattaisi vaurioittaa muita kuituja, kun asennusta lähdetäisiin purkamaan. Lisäksi on muistettava, että työnjohtajan kertoma standardi raja on 1,0 dB:iä.

Mittaustulokset vaihtelevat kaikkienensa 0,11 - 0,51 dB:n välillä. Tarkastellessa esimerkiksi asunnon 12 mittaustuloksia neljän eri kuidun välillä (Kuva 22), huomataan, että alhaisimmillaan vaimennus on 0,16 dB:iä ensimmäisen kuidun kohdalla ja korkeimmillaan 0,40 dB:iä kolmannen kuidun kohdalla.

Vaimennuksen vaihteluun saattaa vaikuttaa paitsi aiemmin opinnäytetyössä mainitut ulkoiset tekijät, myös esimerkiksi mittauslaitteiden kaapelin heiluminen tai liittimeen päässyt pöly. On myös huomioitava, että molempiin päihin (asunto ja kellari) tehtävä hitsaus vaikuttaa tulokseen. Esimerkiksi asunnossa 12, kolmannessa kuidussa saattaisi olla vaimennus 0,05 dB:iä hitsausta tehtäessä ja kellarin päädyssä samassa kuidussa saattaisi olla vaimennus 0,04 dB:iä, joten tästä tulee ylimääräinen 0,09 dB:iä vaimennusta. On myös muistettava, että Fujikura -hitsauskone antaa ainoastaan arvion hitsauksen laadusta.

9	0,41	0,46	0,49	0,27	dB
10	0,42	0,39	0,35	0,49	dB
11	0,33	0,45	0,47	0,51	dB
12	0,16	0,38	0,40	0,28	dB
13	0,50	0,45	0,45	0,29	dB
14	0,28	0,22	0,29	0,43	dB
15	0,44	0,42	0,35	0,25	dB
16	0,38	0,24	0,49	0,44	dB
17	0,42	0,40	0,33	0,46	dB
18	0,22	0,11	0,24	0,36	dB

Kuva 22. Ote Kohde 1 mittaustuloksista desibeleinä.

Edellä mainitussa kappaleessa kerrotut esimerkit ovat kuitenkin spekulatioita ja, kuten todettu, mittaukset olivat standardin mukaan onnistuneita.

Kohde 1 valokuituasennukset on nyt kaikkienensa tehty. Mittaukset ovat valmiina ja läpäisseet määritellyt 1,0 dB rajat. Työmaa on valmis luovutettavaksi.

4.2 Kohde 2 (Järvenpää)

Kohde 2 on saneerauskohde Järvenpäässä. Saneeraus (korjausrakentaminen) tarkoittaa olemassa olevan rakennuksen tai muun rakennelman laajaa yhdellä kertaa tapahtuvaa korjaamista tai muuttamista. Yleisesti taloyhtiöihin tehdään LVI-remontti, LVI tulee sanoista lämpö, vesi ja ilmastointi. Tällaisten remonttien yhteydessä uusitaan myös verkkokaapelointi, jolloin tehdään myös valokuitujen asennus.

4.2.1 Asunnot ja kellari

Kohde 2 on kerrostalo, joka sisältää 80 asuntoa. Asuntoihin asennetaan perus valokuitu, jossa on neljä linjaa; internet lähtevä, internet tuleva, tv ja vara. Valokuidut asennetaan samalla tapaa kuin kohteessa 1, eli ne tulevat asunnon sähkö-/sulakekaapin sisälle asennettavaksi. Toisin kuin Kohde 1, töitä tehtiin satunnaisesti välillä asuntojen päädyssä ja joinain päivinä tehden kellarin räkkiä. Asuntoja on paljon, joten työmaata tehtiin jaksoissa linja kerrallaan.

Tehdessä linja kerrallaan kaapelit vedetään alhaalta ylös, esimerkiksi vasemman puoleisten asuntojen puoli ensimmäisenä. Tästä johtuen osassa asunnoista sähkökaapit olivat vielä kesken, kun niitä alettiin työstää valokuitujen osalta. Kohde 2 isommissa asunnoissa oli käytetty isompaa sähkökaappia (Kuva 23), joka oli kuituja asentaessa vielä paljaana, eli sähkömiehillä oli omat työt kesken. Tästä johtuen kaappia ei tarvinnut erikseen avalla vaan kuitujen asennus paikalleen oli nopeampaa kuin niissä asunnoissa, joissa kaapit olivat jo asennettu valmiiksi (Kuva 24).



Kuva 23. Sähkökaappiin asennus.



Kuva 24. Asennettu valokuitu.

Kohde 2 valokuitujen asennus ei eronnut Kohde 1 suhteen kuin minimaalisesti. Asennukseen tuli yksi vaihe lisää, jossa valokuidun liittimen pää putsataan laitteella (Kuva 25) ennen liittimen kytkemistä paikalleen. Tästä johtuen asennukset kestivät pidemmän aikaa per asunto. Pään putsaus tehtiin sen takia, että tilaaja halusi valokuitujen vaimennuksen olevan minimaalinen, pölyinen liitin vaikuttaa vaimennukseen.



Kuva 25. Liittimen putsaus.



Kuva 26. Asunnon pienempi atk-kaappi.

Kohde 2 asuntojen sähkökaapit ovat pienemmissä asunnoissa pienempiä kaappeja (Kuva 26), joissa sulakkeet ja sähkötyö on tehty erilliseen kaappiin, kun atk- ja valokuitu on tehty toiseen. Näistä pienemmistä kaapeista voidaan käyttää nimitystä atk-kaappi. Atk-kaapit on sijoitettu asunnon oven yläpuolelle. Atk-kaapit joutui avaamaan jokaisen asunnon kohdalla, koska muut työt niihin oli tehty jo valmiiksi.

Kellariin asennettavassa räkissä (Kuva 1) on paljon enemmän kytkettävää, mutta teknisesti se ei eronnut aiemmin läpikäydystä prosessista muutoin kuin liittimen putsauksen suhteen.

4.2.2 Kohde 2 mittaustulokset

Kohteen oli määrä valmistua huhtikuun lopulla 2020, mutta koronaviruksen takia kohteen luovutus siirrettiin syksylle 2020. Tästä johtuen kohteen mittauksia ei pystytty tekemään ajallaan.

Asuntojen määrän ollessa suurempi, virhemarginaali saattaa olla isompi, joten mittauksissa nähtävät tulokset olisivat voineet olla laajemmalla skaalalla kuin Kohde 1 mittaukset. Yli 0,5 dB:n raja olisi voitu ylittää useammassa tapauksessa ja tässä tapauksessa kytkentöjä ja hitsauksia jouduttaisiin tekemään uudestaan, koska tilaaja on tarkempi rajoista kuin Kohde 1 kohdalla. Se jää kuitenkin nähtäväksi onko näin, jos työmaata päästään jatkamaan syksyllä 2020, kuten on arvioitu toukokuussa 2020.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Molempien kohteiden kuiduissa oli erilaisuuksia keskenään Kohde 1 ollessa kahden erilaisen kuidun yhdistelmä ja Kohde 2 ollessa vain yhtä kuitua. Tekijälle oli kuitenkin entuudestaan tuttua käsitellä niin sanottua normaalia (yhdistelmä-)kuitua kuin myös maakaapelia.

Jo tutut metodit saivat entistä enemmän harjoitusta ja erilaisilla työmailla onkin tullut tutuksi muuttuvat tilanteet sekä esimerkiksi kaapelien erilaisuus. Ei ole tullut vastaan yhdenlaista linjaa siinä, miten kaapelit on asennettu ja minkälaisia kaapeleita on ollut käytössä, vaan jokaisella kerralla kaapelit ovat olleet hieman erilaisia. Yhtä kaikki, niiden käsittely on tarkkaa ja tästä tulikin kertausta hyvin työn suhteen. Haastavimpana tehtävänä työssä oli maakaapeleiden kuoriminen sekä maakaapelin vaikeampi sijoittaminen sähkökaappiin. Aiemmilla työmailla on tullut vastaan tapauksia, joissa kuituja on jouduttu korjaamaan, koska mittaus ei ole alittanut standardin rajaa (1,0 dB:iä).

Kohde 1 mittaustulokset olivat yhtä lukuun ottamatta alle omien vaatimusten, joka oli 0,5 dB:n vaimennuksen raja. Standardien mukaan, eli 1,0 dB:n vaimennuksen raja alitettiin merkittävästi, joten tuloksiin voi olla tyytyväinen.

Vielä on kuitenkin parannettavaa ja etenkin maakaapeleiden kohdalla työmetodit ovat muuttuneet Kohde 1 käsittelyn jälkeen. Nykyään maakaapelit kuoritaan entistä tarkemmin ja jopa nopeammin, niiden käsittely on myös muuttunut huomattavasti helpommaksi, koska harjoitusta on tullut. Lisäksi sähkökaappien sisään on tehty entistä paremmin toimenpiteitä, jotka edesauttavat parempien tulosten saamista mittauksissa. Esimerkkinä mainittakoon erilaiset vedonpoistot nippusiteillä sekä ylimääräisten rasiusten poistaminen kaapeleita asentaessa kaappiin.

Lisäksi hitsauksiin on tullut kiinnitettyä entistä enemmän huomiota vaimennuksen suhteen ja jos tilanteessa on vain mahdollista, niin 0,02 dB:n ylittävä hitsaus tehdään samantien uusiksi.

Vallitsevien olosuhteiden pakosta Kohde 2 jäi toteuttamatta loppuun, joten mittaustulokset jäivät saamatta. Tähän ei voi olla tyytyväinen tai tyytymätön, koska olosuhteet sanelivat ehdot. Kohde 2 tulisi mahdollisesti sisältämään korjaustöitä valokuidun suhteen enemmän kuin Kohde 1, koska kytkentöjä on enemmän, mutta varmuuden saa vasta, kun mittaukset päästään tekemään. Siltikin, Kohde 2 asuntojen määrän ollessa isompi, tuli myös hitsaukseen toistoa enemmän, mikä oli harjoituksen kannalta hyödyllistä.

6. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli edistää jo tuttuja työtapoja sekä tarkastella lähemmin, miten valokuituhitsausta tehdään käytännössä. Suurimpana tavoitteena työllä oli saada itse määriteltyä standardia vastaavat mittaustulokset, jotka oli asetettu hieman korkeammalle kuin yleinen standardi.

Työssä käsiteltiin valokuitujen asennukseen liittyviä tehtäviä, kuten kaapelointi, hitsaus ja mittaukset. Kaapeloinnissa käytiin läpi, miten erilaisia kaapeleita kahteen eri kohteeseen on asennettu ja miksi juuri kyseisiä on käytetty. Hitsauksessa valotettiin valokuitujen hitsaukseen liittyvät työvaiheet sekä valokuituhitsaus-laitteen toimivuus. Mittauksessa käsiteltiin mittausten tulokset ja olivatko tulokset annetussa marginaalissa.

Lisäksi työssä tehtiin lyhyt selvitys valokuidun historiasta ja selvitettiin lyhyesti onko nykyaikana tarpeellista asentaa valokuituja 5G:n tullessa yleisemmäksi.

Johtopäätöksessä todettiin, että työ oli onnistunut osittain.

Kohde 1 oli kaikinensa onnistunut. Käytännön työssä edistettiin jo entuudestaan opittuja metodeja ja hiottiin taitoja huippuunsa. Kohde 1 mittaustulokset olivat myös 1,0 dB:n standardin mukaiset ja suurin osa myös alitti työnantajan asettaman, eli itse määritellyn standardin, 0,5 dB:n rajan.

Kohde 2 oli onnistunut vain osittain ja olosuhteiden pakosta työ jouduttiin jättämään kesken mittausten osalta. Asennuksista kuitenkin karttui paljon kokemusta ja toistoa, josta on työn tekemisessä paljon hyötyä.

Kokonaisuutena opinnäytetyö kartoitti teoreettisesti asioita, joista ei ollut aiemmin tietoa, joten tietoa on nyt enemmän kuin ennen. Käytännön osuudesta tuli kuitenkin suurin hyöty työn tekemiseen. Teen vähemmän virheitä, kun olen kokeneempi.

LÄHTEET

- Laaksonen, P. 2014. Kuidunrakentajan käsikirja. [viitattu 15.3.2020] Saatavissa: <https://www.seutuverkot.fi/assets/files/kuiturakentajan-kasikirja.pdf>
- Jääskinen, Lehtomaa, Salminen. 1999. Optinen tiedonsiirto jyrää... [viitattu 15.4.2020] Saatavissa: <http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s98/htyo/33/>
- Järvinen, P. 2016. Valokuidun ABC. [viitattu 12.4.2020] Saatavissa: https://www.finnet.fi/app/uploads/2016/06/Kuitukoulutus_Petteri-J%C3%A4rvinen.pdf
- Artikkelikokoelma Tele-, Turva- ja RAU-urakointi käytännössä 2019. Julkaisija ja kustantaja Henkilö- ja yritysarviointi SETI Oy. Päätoimittaja insinööri, MBA Tauno Hovatta.
- Valokuitu tietoliikenteessä: yksi- ja monimuotokuidut. [viitattu 3.5.2020] Saatavissa: <https://www.orbis.fi/blogi/valokuitu-tietoliikenteess%C3%A4-yksi-ja-monimuotokuidut>
- Ziemann, M. 2019. Valokuitu vai 5G? Kysyimme DNA:lta, Elisalta ja Telialta, miksi kuluttajille myydään nyt kallista kuitua nettiyhteydeksi, jos kohta kaikilla on 5G. [viitattu 5.4.2020] Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10967677>
- Jaakkola, H. 2019. 5G-verkko laajenee Suomessa, muualla huolia säteilystä. [viitattu 5.4.2020] Saatavissa: <https://www.verkkouutiset.fi/5g-verkko-laajenee-suomessa-muualla-huolia-sateilysta/#03ef602d>
- Fujikura FSM-60S Fusion Splicer. 2006. [viitattu 20.9.2019] Saatavissa: <http://fujikura.fiberoptic.com/FSM-60S.htm> (katsottu 20.9.2019)
- Palkio, J. Suullisia haastatteluja vuosina 2018-2020.
- Mäki, Sahlstedt, Mäkeläinen. 2016. [viitattu 6.5.2020] Saatavissa: https://ttk.fi/koulutus_ja_kehittaminen/julkaisut/digijulkaisut/perehdyttaminen_rakennustyo_maalla
- Käsitteet. 1998. [viitattu 2.5.2020] Saatavissa: <https://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38118/s98/htyo/6/Kasitteet.shtml>
- Helkama. 2003. [viitattu 12.4.2020] Saatavissa: http://web.archive.org/web/20101129233803/http://www.helkamabica.fi/pdf/OpticalFibres_Fi.pdf
- Hämäläinen, P. 2016. [viitattu 16.9.2019] Saatavissa: <https://www.mikrobitti.fi/neuvot/hidasteleeko-netti-nain-hankit-ja-rakennat-valokuituyhteyden/c13dd193-89b9-3235-861e-99c0c456e7f9>

LIITE 1

KOHDE 1 MITTAUSTULOKSET

Valokuituvaimennuspöytäkirja

JAP Digital Oy
Lahti
044-5574382
Joni.Palkio@jap.fi



DigitaPRO
DigitaPRO antenniasentaja

TA-Asumisoikeus Oy

Muinaisrannantie 7, 00940 Helsinki

Huoneisto	1 (1310nm)	2 (1310nm)	3 (1310nm)	4 (1310nm)	
1	0,24	0,35	0,41	0,35	dB
2	0,26	0,46	0,31	0,43	dB
3	0,22	0,41	0,12	0,14	dB
4	0,18	0,47	0,33	0,28	dB
5	0,15	0,20	0,26	0,39	dB
6	0,25	0,45	0,20	0,27	dB
7	0,39	0,12	0,25	0,43	dB
8	0,48	0,20	0,46	0,48	dB
9	0,41	0,46	0,49	0,27	dB
10	0,42	0,39	0,35	0,49	dB
11	0,33	0,45	0,47	0,51	dB
12	0,16	0,38	0,40	0,28	dB
13	0,50	0,45	0,45	0,29	dB
14	0,28	0,22	0,29	0,43	dB
15	0,44	0,42	0,35	0,25	dB
16	0,38	0,24	0,49	0,44	dB
17	0,42	0,40	0,33	0,46	dB
18	0,22	0,11	0,24	0,36	dB
19	0,35	0,22	0,16	0,27	dB
20	0,21	0,29	0,25	0,35	dB
21	0,22	0,27	0,28	0,30	dB
22	0,17	0,24	0,27	0,13	dB
23	0,49	0,45	0,37	0,44	dB
24	0,18	0,29	0,31	0,41	dB
25	0,36	0,44	0,46	0,29	dB
26	0,16	0,13	0,29	0,16	dB
27	0,19	0,27	0,21	0,16	dB
28	0,28	0,20	0,49	0,33	dB
29	0,12	0,41	0,14	0,29	dB
30	0,17	0,48	0,32	0,40	dB
31	0,41	0,31	0,22	0,31	dB
32	0,36	0,44	0,39	0,15	dB